

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



14 09. 2004
Epoxy 237

REC'D 01 OCT 2004	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 52 580.7

Anmeldetag: 11. November 2003

Anmelder/Inhaber: MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH,
93059 Regensburg/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Überwachung des Kontaktabbrandes
bei Stufenschaltern

IPC: G 01 R, H 01 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Faust

Verfahren zur Überwachung des Kontaktabbrandes bei Stufenschaltern

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung des Kontaktabbrandes bei Stufenschaltern.

Ein solches Verfahren ist aus der DE 100 03 918 C1 bereits bekannt. Dabei werden bei jeder Lastumschaltung, d. h. jeder Betätigung des Stufenschalters, aus dem gemessenen Wert des Laststromes und der jeweiligen Nenn-Stufenspannung die Schaltströme der jeweils abschaltenden Kontakte und aus diesen die jeweiligen Abbrandraten ermittelt. Nachfolgend werden dann aus diesen Abbrandraten die kumulierten Volumenabbrände der Schaltkontakte und Widerstandskontakte des Lastumschalters des Stufenschalters ermittelt und mit vorab festgelegten Grenzwerten verglichen.

Das bekannte Verfahren ist jedoch prinzipiell nur bei solchen Stufenschaltern anwendbar, bei denen ein zweiarmiger Wähler zunächst leistungslos eine neue Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, vorwählt und danach ein separater Lastumschalter den Laststrom zwischen der gerade stromführenden Anzapfung des einen Wählerarmes und neuen Anzapfung des anderen Wählerarmes umschaltet. Für Stufenschalter des Lastwählertyps jedoch, bei denen durch sich bewegende Schaltkontakte die Wähl- als auch die Schaltfunktion in einem Schritt ausgeführt wird, die mithin also keinen separaten Lastumschalter besitzen, ist das bekannte Verfahren nicht geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein gattungsgemäßes Verfahren für Stufenschalter des Lastwählertyps anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch Verfahren mit den Merkmalen der nebengeordneten Patentansprüche 1 und 2 gelöst.

Nachfolgend sollen zunächst die allgemeine erfinderische Idee und die gerätespezifischen Hintergründe der erfindungsgemäßen Verfahren erläutert werden.

Stufenschalter des Lastwählertyps sind in zahlreichen Ausführungen aus dem Stand der Technik bekannt; sie lassen sich prinzipiell in zwei unterschiedliche Arten unterteilen, die sich an Hand ihrer Überschaltempedanz unterscheiden lassen. Es gibt sowohl Lastwähler mit (ohmschen) Überschaltwiderständen als auch Lastwähler mit einer Überschaltreaktanz.

Figur 4 zeigt einen bekannten Lastwähler mit Überschaltwiderständen in schematischer Darstellung, wie ihn etwa die Anmelderin als Typ OILTAP® V vertreibt. Die Figur 4 zeigt auszugsweise eine Stufenwicklung, deren Wicklungsanzapfungen mit festen Stufenkontakten FK – m – 1, FK – m, FK – m + 1 des Lastwählers elektrisch in Verbindung stehen. Weiterhin weist der Lastwähler gemeinsam bewegte bewegliche Kontakte auf, nämlich einen Schaltkontakt SK sowie beidseitig davon angeordnete Widerstandskontakte WK – A und WK – B, die jeweils über einen Überschaltwiderstand R_0 mit der Lastableitung in Verbindung stehen. Bei einer Umschaltung von der

Anzapfung m auf $m + 1$ verlässt zunächst der Widerstandskontakt WK – B den festen Stufenkontakt FK – m . Da der Laststrom I_L weiterhin über den Schaltkontakt SK geführt wird, schaltet der Widerstandskontakt WK – B stromlos ab, d. h. es entsteht kein Lichtbogen. Etwas später verlässt der Schaltkontakt SK den Stufenkontakt FK – m und kommutiert den Laststrom auf den Widerstandskontakt WK – A. Der dabei entstehende Lichtbogen erzeugt Abbrand an der in der Figur rechten Kante des festen Stufenkontaktes FK – m . Im nächsten Schritt schaltet der Widerstandskontakt WK – B auf den Stufenkontakt FK – $m + 1$ auf, so dass auf Grund der treibenden Stufenspannung U_S ein Kreisstrom über die beiden Überschaltwiderstände R_0 fließt. Der Laststrom I_L teilt sich dabei gleichmäßig und fließt über beide Widerstandskontakte WK – A und WK – B. Die endgültige Kommutierung des Laststromes auf den Stufenkontakt FK – $m + 1$ erfolgt durch das Abschalten des Widerstandskontaktes WK – A vom festen Stufenkontakt FK – m , wodurch Abbrand am Widerstandskontakt WK – A und wiederum an der in der Figur rechten Kante des festen Stufenkontaktes FK – m erzeugt wird. Der Umschaltvorgang ist beendet, sobald der Schaltkontakt SK auf den festen Stufenkontakt FK – $m + 1$ aufgelaufen ist und den Laststrom I_L vom Widerstandskontakt WK – B übernommen hat. Wird von der Anzapfung $m + 1$ nach m zurückgeschaltet, so verläuft der Umschaltvorgang in exakt umgekehrter Reihenfolge. Abbrand entsteht in diesem Falle wiederum am Schaltkontakt SK sowie am Widerstandskontakt WK – B; außerdem entsteht Abbrand an der in der Figur linken Kante des Stufenkontaktes FK – $m + 1$.

Da der Abbrand prinzipiell an jedem Kontakt in direkter Weise von der Höhe des jeweils abzuschaltenden Stromes abhängt, ist es bei den erfindungsgemäßen Verfahren wichtig, die Schaltströme aller an einer Umschaltung beteiligten Kontakte zu ermitteln.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden dazu folgende leicht zugängliche Größen bei jeder Umschaltung ermittelt: Der Laststrom I_L , die aktuelle Stufenschalterposition n , sowie die Schaltrichtung „höher“ oder „tiefer“, gleichbedeutend mit der Stufenschalterstellung n nach $n + 1$ bzw. $n + 1$ nach n . Nach Ermittlung des Laststromes I_L werden auf bekannte Weise die Schaltströme des Schaltkontaktes SK sowie der Widerstandskontakte WK – A und WK – B ermittelt. Dies ist prinzipiell aus der eingangs genannten DE 100 03 918 C1 bekannt.

$$\begin{aligned} \text{Strom an SK:} \quad I_{SK} &= \frac{I_L}{\text{ParSek}} \\ \text{Strom an WK:} \quad I_{WK} &= \frac{U_S + I_L \cdot R_0 / s_{res}}{2 \cdot R_0} \quad \text{wobei gilt:} \\ \text{Richtung } m \Rightarrow m+1: \quad I_{WK-A} &= I_{WK} \\ \text{Richtung } m+1 \Rightarrow m: \quad U_S &= -U_S \\ I_{WK-B} &= I_{WK} \end{aligned}$$

Dabei bedeutet ParSek die Zahl der parallelen Sektoren des Lastwählers, d. h. der Parallelschaltungen einzelner Schaltkontakte, üblicherweise realisiert in mehreren horizontal übereinander angeordneten Ebenen. U_S bezeichnet die jeweilige Nenn-Stufenspannung und s_{res} die resultierende Stromteilung an den Widerstandskontakten WK – A und WK – B bei mehreren parallelen

Widerstandszweigen. R_0 bezeichnet die Größe des einzelnen Überschaltwiderstandes. Alle diese Größen sind stufenschalterspezifisch und werden als Parameter des Verfahrens festgelegt und gespeichert.

Figur 5 zeigt einen ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannten Lastwähler mit Überschaltreaktanz (SVR). Stufenschalter dieser Bauart eines Lastwählers finden zumeist in regelbaren Verteiltransformatoren in den USA als sogenannte „step voltage regulators“ Verwendung. Üblich ist ein Regelbereich von $\pm 10\%$ in ± 16 Stufen zu je $\frac{5}{8}\%$. Anstelle der Überschaltwiderstände wird hier eine Überschaltreaktanz eingesetzt. Bei einer Umschaltung von der Anzapfung m auf $m + 1$ verlässt hierbei der bewegliche Schaltkontakt $SK - G$ den feststehenden Stufenkontakt $FK - m$, wobei der halbe Laststrom auf den in der Figur linken Zweig kommutiert wird und durch den dabei entstehenden Lichtbogenabbrand am beweglichen Schaltkontakt $SK - G$ sowie an der in der Figur rechten Flanke des Stufenkontaktes $FK - m$ entsteht. Der Schaltkontakt $SK - G$ schaltet auf den neuen Stufenkontakt $FK - m + 1$ auf und erreicht damit die sogenannte „bridging position“, die bei Lastwählern dieser Bauart eine stabile Betriebsstellung ist. Der durch die Stufenspannung U_s getriebene Kreisstrom erzeugt in der Überschaltreaktanz keine Verluste, da die beiden gleich großen Wicklungsteile gegensinnig gewickelt sind und sich dadurch die Induktionen im Eisenkern der Reaktanz aufheben. Im weiteren Schaltablauf in Richtung $m + 1$ verlässt nun der Schaltkontakt $SK - H$ den festen Stufenkontakt $FK - m$ und schaltet dabei den Kreisstrom und den halben Laststrom ab; es entsteht Abbrand am Schaltkontakt $SK - H$ und wiederum an der in der Figur rechten Flanke des Stufenkontaktes $FK - m$. Mit dem Aufschalten des Schaltkontaktes $SK - H$ auf den Stufenkontakt $FK - m + 1$ ist wieder eine „non-bridging position“ erreicht und die Umschaltung von m auf $m + 1$ vollzogen. „Bridging position“ und „non-bridging position“ wechseln sich also beim fortgesetzten Umschalten in einer Richtung jeweils ab. Durch die Tatsache, dass, wie beschrieben, die „bridging position“, also die Mittelstellung zwischen zwei Stufen, eine stabile Betriebsstellung ist, lassen sich z. B. mit einer 9-stufigen Regelwicklung und vorgeschaltetem Wender 33 unterschiedliche Ausgangsspannungen einstellen. Die Stufung der Ausgangsspannung beträgt dabei $U_s/2$.

Bei dieser Art von Lastwählern mit Überschaltreaktanz gibt es immer nur einen abschaltenden Schaltkontakt, also $SK - G$ oder $SK - H$, der je nach Schaltrichtung mit unterschiedlichen Strömen beaufschlagt wird.

Die symmetrisch zweigeteilte Überschaltreaktanz ist so dimensioniert, dass der Kreisstrom in der „bridging position“ typischerweise 35% oder 50% vom Betrag des Laststromes I_L beträgt ($p_a = 35\%$ bzw. 50%). Dabei wird der Kreisstrom als rein induktiv angesehen. Aber auch der Laststrom I_L kann eine Phasenverschiebung zur Stufenspannung U_s aufweisen, was durch den Phasenwinkel $\cos \varphi$ ausgedrückt wird. Für Versorgungsnetze typisch ist ein $\cos \varphi$ von 0.8. Diese Größe lässt sich auch als sog. *power factor* „ pf “ (in USA üblich) in Prozent ausdrücken, z. B.: $pf = 80\%$.

Bei rein induktivem I_L ist $pf = 0\%$, ein Wert, der bei worst case-Betrachtungen Berücksichtigung findet. Damit ergeben sich die Schaltströme als komplexe Größen mit Real- und Imaginärteil.

Weiterhin ergeben sich folgende Zusammenhänge:

Kreisstrom: $I_c = I_L \cdot \frac{pa}{100}$

ohmsche Komponente: $R = \frac{pf}{100}$

induktive Komponente: $X = \sqrt{1-R^2}$

Damit errechnen sich die Schaltströme schließlich zu:

	non-bridging \Rightarrow bridging	bridging \Rightarrow non-bridging
Richtung $n \Rightarrow n+1$:	$I_{sk} = \frac{I_L}{2}$	$I_{sk} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) - jI_c$
Richtung $n+1 \Rightarrow n$:	$I_{sk} = \frac{I_L}{2}$	$I_{sk} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) + jI_c$

Nach Berechnung dieser Schaltströme lässt sich dann der Abbrand an den festen und den beweglichen Kontakten ermitteln.

Die Erfindung soll nachfolgend beispielhaft noch näher erläutert werden.

Figur 1 zeigt den Ablaufplan eines ersten erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 2 zeigt den Ablaufplan eines zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 3 zeigt eine Zuordnungstabelle zur Durchführung dieses Verfahrens.

Figur 4 und 5 zeigen prinzipielle Schaltungen von Lastwählern nach dem Stand der Technik.

Zunächst soll das in Figur 1 dargestellte Verfahren näher erläutert werden. Dieses Verfahren geht von einem Lastwähler mit ohmschen Überschaltwiderständen aus, wie er in Figur 4 nach dem Stand der Technik gezeigt ist. Es wurde bereits weiter oben erläutert, an welchen Stellen Kontaktabbrand bei Lastwählern auftreten kann. Beim hier erläuterten Verfahren wird der Laststrom gemessen, und es werden nach den bereits angegebenen und erläuterten Beziehungen die Schaltströme für die an der jeweiligen Stufenschaltung beteiligten Kontakte ermittelt. Aus diesen Schaltströmen wird dann ein Volumenabbrand A nach der Beziehung

$$A = a \cdot I^b \cdot s$$

ermittelt. Dabei ist a ein schaltertyp- und kontaktspezifischer Abbrandparameter, der Wert b stellt einen vom eingesetzten Kontaktmaterial abhängigen Parameter in der Größenordnung von 1,1...1,9 dar. In vielen Fällen ist noch sinnvoll, einen Sicherheitszuschlag s, der vorteilhafter Weise 12 % betragen kann, hinzuzurechnen. Dieser Teil des Verfahrens ist an sich bereits aus der oben zitierten DE 100 03 918 C1 bekannt.

Es ist möglich, dass bei einem bestimmten Schaltertyp für die feststehenden Kontakte einerseits und die beweglichen Kontakte andererseits unterschiedliche Parameter a verwendet werden müssen, da beispielsweise eine Kontaktrolle eine andere Abbrandcharakteristik aufweisen kann als die Ecke eines feststehenden Kontaktes.

Die auf die erläuterte Weise ermittelten Volumenabbrände A werden zu den in den vorhergehenden Schaltungen des Lastwählers kumulierten Gesamtabbränden GA_m der selben Kontakte jeweils

hinzuaddiert. Welche Kontakte nun aktuell jeweils geschaltet worden sind, ergibt sich aus der jeweiligen Position, d. h. Stellung n des Lastwählers vor der Schaltung sowie der Schaltrichtung „höher“, d. h. von n auf $n+1$ bzw. „tiefer“, d. h. von $n+1$ auf n . Auf vorteilhafte Weise kann für diese Auswahl der beteiligten Kontakte eine Zuordnungstabelle verwendet werden, mit der eine Zuordnung zwischen der Stufenschalterstellung n und dem jeweils geschalteten Festkontakt m geschaffen wird. Eine solche Matrix kann nicht flüchtig gespeichert hinterlegt werden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird demnach für alle im Lastwähler vorhandenen Abbrandkontakte – sowohl fest als auch beweglich, sowohl linke als auch rechte Kante – jeweils ein Wert für den Gesamtabbrand GA_m ermittelt. Diese Werte werden jeweils nicht flüchtig gespeichert.

Nach jeder Stufenschaltung werden die auf die erläuterte Weise berechneten und gespeicherten Werte für die kumulierten Gesamtabbrände GA_m aller Kontakte jeweils mit vorgegebenen zulässigen Grenzwerten verglichen. Wird ein Grenzwert im Ergebnis dieses Vergleiches erreicht oder überschritten, wird z. B. eine Warnmeldung generiert, etwa bei 90 % des erreichten Grenzwertes, ebenso kann aber auch der Lastwähler ganz blockiert werden, wenn 100 % des vorab festgelegten Grenzwertes des Gesamtabbrandes erreicht sind. Das beschriebene Verfahren, wie es sich aus der Figur 1 ergibt, ist für Lastwähler mit Überschaltwiderständen geeignet.

Figur 2 zeigt den schematischen Ablaufplan eines weiteren erfindungsgemäßen Verfahrens, das besonders für Lastwähler mit Überschaltreaktanz, wie nach Figur 5 zum Stand der Technik dargestellt, geeignet ist. Die einzelnen Beziehungen, nach denen erforderliche Verfahrensgrößen ermittelt werden, wurden bereits weiter oben ausführlich dargestellt. Gegenüber dem in Figur 1 dargestellten Verfahren unterscheidet sich das Verfahren nach Figur 2 dadurch, dass zusätzliche Verfahrensschritte eingefügt sind. So wird nach der Eingabe und nicht flüchtigen Speicherung der benötigten Stufenschalter- und Abbrandparameter, der Abbrandgrenzwerte sowie der Nenn-Stufenspannung noch eine Ermittlung der Variablen R und X auf die beschriebene Weise vorgenommen, wobei R , wie erläutert, die ohmsche Komponente darstellt und X die induktive Komponente ist.

Ferner wird bei diesem Verfahren zusätzlich nach der Messung des Laststromes I_L noch der Kreisstrom I_C ermittelt, wie ebenfalls bereits erläutert.

Schließlich wird beim Verfahren nach Figur 2 die Berechnung des jeweiligen Schaltstromes für den abschaltenden Kontakt, nachfolgend die Ermittlung der Abbrandraten und wiederum nachfolgend die Kumulierung des jeweiligen Volumenabbrandes GA nicht nur getrennt nach der Schaltrichtung „höher“ oder „tiefer“ durchgeführt. Vielmehr erfolgt innerhalb dieser Verfahrensschritte, die abhängig von der Schaltrichtung sind, noch einmal eine weitere Trennung der Verfahrensschritte danach, ob von einer nicht brückenden Stellung auf eine brückende Stellung umgeschaltet wird oder nicht. Je nach Situation müssen die Schaltströme der jeweils geltenden Formeln entsprechend ermittelt werden.

Für dieses Verfahren ist auf besonders vorteilhafte Weise eine vorab nicht flüchtig gespeicherte Zuordnungstabelle (sog. „look-up table“) verwendbar, um auf einfache Weise die bei der jeweiligen

Schaltung beteiligten geschalteten Festkontakte zu ermitteln. Ein Beispiel einer solchen Zuordnungstabelle zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Figur 2 ist in der separaten Figur 3 gezeigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Kontaktabbrandes bei Stufenschaltern mit folgenden Merkmalen:

- Permanentes Speichern der Werte für die Nenn-Stufenspannung (U_S) jeder möglichen Schaltung, d. h. Stufe, der Grenzwerte für den zulässigen Kontaktabbrand des Schaltkontaktes sowie der Widerstandskontakte sowie der stufenschalterspezifischen Kenngrößen a und b
- Ermittlung der aktuellen Stellung n des Stufenschalters
- Auslesen des gespeicherten, mit der aktuellen Stufenschalterstellung korrespondierenden Wertes für die Nenn-Stufenspannung (U_S)
- Messung des Laststromes (I_L) bei jeder Umschaltung, d. h. Betätigung des Stufenschalters
- Ermittlung der Schaltrichtung „höher“ oder „tiefer“ der jeweiligen Umschaltung
- schaltrichtungsabhängige Ermittlung des geschalteten, abbrandbehafteten Festkontaktes
- Berechnung der Schaltströme der abschaltenden Kontakte auf an sich bekannte Weise mittels der Beziehungen

$$I_{SK} = \frac{I_L}{\text{ParSek}}$$

$$I_{WK-A} = \frac{U_S + I_L \cdot \frac{R_0}{s_{res}}}{2 \cdot R_0}$$

für die Schaltrichtung „höher“ und

$$I_{SK} = \frac{I_L}{\text{ParSek}}$$

$$I_{WK-B} = \frac{U_S + I_L \cdot \frac{R_0}{s_{res}}}{2 \cdot R_0}$$

mit $U_S = -U_S$

für die Schaltrichtung „tiefer“,

wobei ParSek die Zahl der parallelen Sektoren, R_0 die Größe des Überschaltwiderstandes und s_{res} die resultierende Stromteilung darstellen

- schaltrichtungsabhängige Berechnung der jeweiligen Abbrandraten des Schaltkontaktes (A_{SK}), des entsprechenden Widerstandskontaktes (w_K) sowie des abschaltenden Festkontaktes nach den Beziehungen

$$A_{SK} = a_{SK} \cdot I_{SK}^b \cdot s_{SK}$$

$$A_{WK} = a_{WK} \cdot I_{WK-A}^b \cdot s_{WK}$$

$$A_{FK} = a_{FK} \cdot (I_{SK}^b + I_{WK-A}^b) \cdot s_{FK}$$

für die Schaltrichtung „höher“ und

$$A_{SK} = a_{SK} \cdot I_{SK}^b \cdot s_{SK}$$

$$A_{WK} = a_{WK} \cdot I_{WK-B}^b \cdot s_{WK}$$

$$A_{FK} = a_{FK} \cdot (I_{SK}^b + I_{WK-B}^b) \cdot s_{FK}$$

für die Schaltrichtung „tiefer“

- Aufsummierung der jeweiligen Abbrandraten (A_{SK} , A_{WK} , A_{FK}) zum jeweiligen Gesamtvolumenabbrand (GA_{SK} , GA_{WK-A} , GA_{WK-B} , GA_{FK-n}^{re} , GA_{FK-m}^{ll}), nicht flüchtige Speicherung aller aufsummierten Gesamtvolumenabbrände und Vergleich dieser Werte mit den entsprechenden permanent gespeicherten Grenzwerten
- Generierung von Meldungen beim Überschreiten der jeweiligen Grenzwerte oder prozentualer Grenzen davon.

2. Verfahren zur Überwachung des Kontaktabbrandes bei Stufenschaltern mit folgenden Merkmalen:

- Permanentes Speichern der Werte für die Nenn-Stufenspannung (U_S) jeder möglichen Schaltung, d. h. Stufe, der Grenzwerte für den zulässigen Kontaktabbrand des Schaltkontaktes sowie der Widerstandskontakte sowie der stufenschalterspezifischen Kenngrößen a und b
- Berechnung der ohmschen Komponente R sowie der induktiven Komponente X der Überschaltsreaktanz
- Ermittlung der aktuellen Stellung n des Stufenschalters
- Messung des Laststromes (I_L) bei jeder Umschaltung, d. h. Betätigung des Stufenschalters
- Berechnung des Kreisstromes I_C als Teilbetrag des Laststromes I_L
- Ermittlung der Schaltrichtung „höher“ oder „tiefer“ der jeweiligen Umschaltung
- schaltrichtungsabhängige Ermittlung des geschalteten, abbrandbehafteten Festkontaktes
- Ermittlung, ob von einer nicht-brückenden auf eine brückende Position umgeschaltet wird oder nicht
- Berechnung des Schaltstromes der abschaltenden Kontakte jeweils mittels der Beziehungen

$$I_{SK} = \frac{I_L}{2}$$

für eine Schaltung von nicht-brückend nach brückend und

$$I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) - jI_C \quad \text{bzw.} \quad I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) + jI_C$$

im jeweils anderen Fall

- schaltrichtungsabhängige Berechnung der jeweiligen Abbrandraten des Schaltkontaktes (A_{SK}) und des abschaltenden Festkontaktes (A_{FK}) nach der Beziehung

$$A_{SK} = a_{SK} \cdot I_{SK}^b \cdot s_{SK}$$

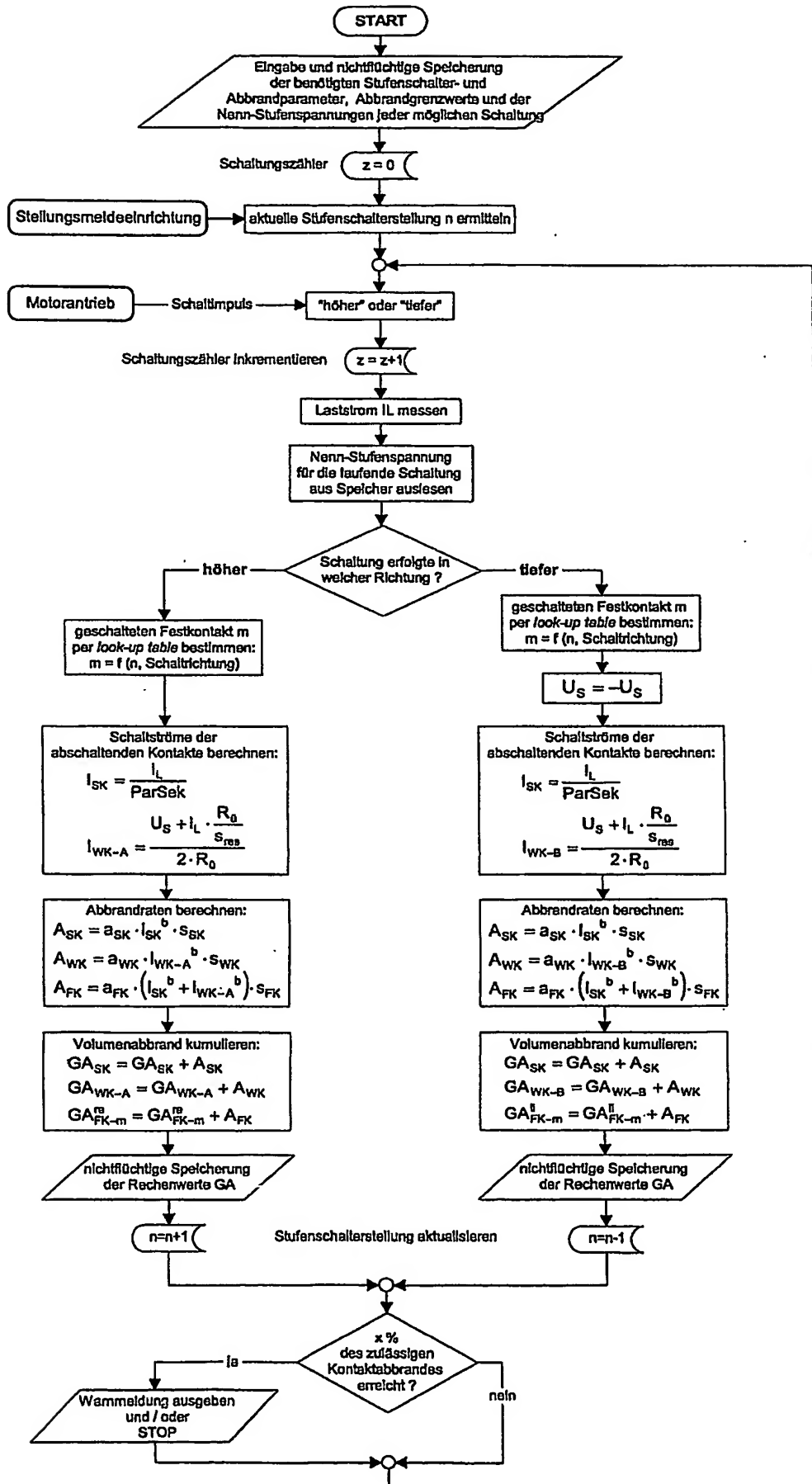
$$A_{FK} = a_{FK} \cdot I_{SK}^b \cdot s_{FK}$$

- Aufsummierung der jeweiligen Abbrandraten (A_{SK} , A_{FK}) zum jeweiligen Gesamtvolumenabbrand (GA_H , GA_G , GA_{FK-m}^{re} , GA_{FK-m}^{ll}), nicht flüchtige Speicherung aller aufsummierten Gesamtvolumenabbrände und Vergleich dieser Werte mit den entsprechenden permanent gespeicherten Grenzwerten

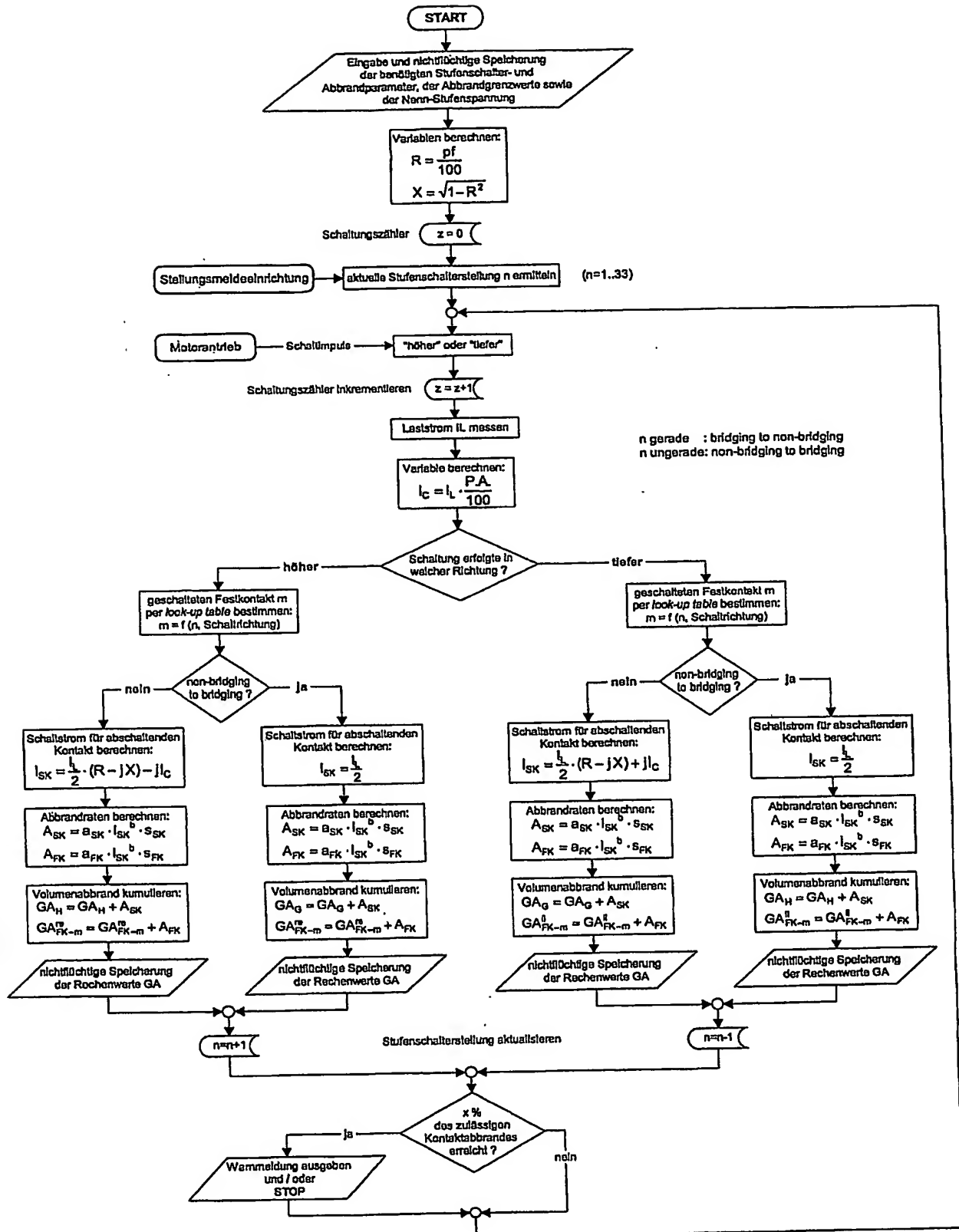
- Generierung von Meldungen beim Überschreiten der jeweiligen Grenzwerte oder prozentualer Grenzen davon.

Zusammenfassung

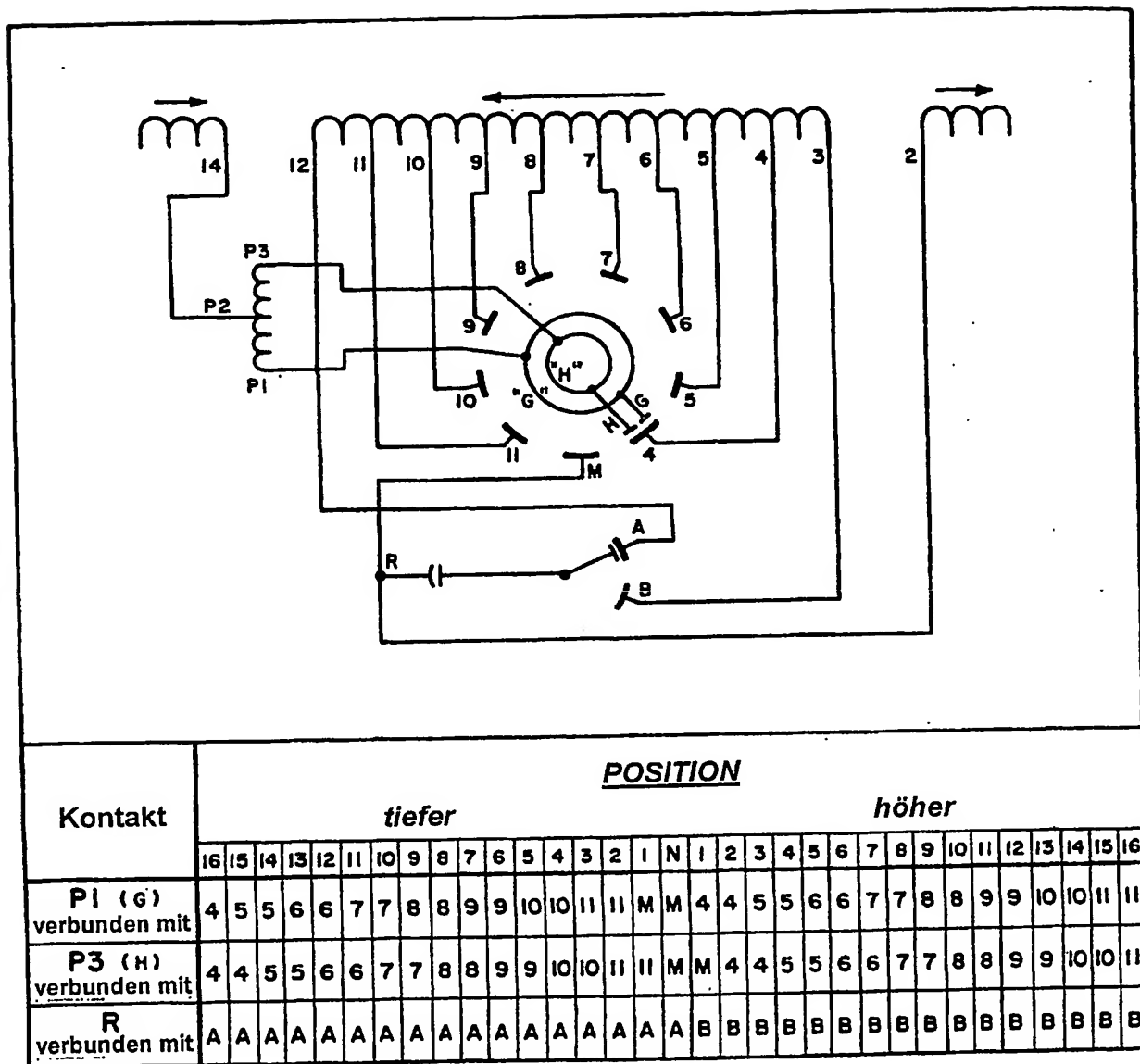
Die Erfindung betrifft Verfahren zur Überwachung des Kontaktabbrandes bei Stufenschaltern des Lastwählertyps, bei denen durch sich bewegende Schaltkontakte die Wähl- als auch die Schaltfunktion in einem Schritt ausgeführt werden, die also keinen separaten Lastumschalter aufweisen. Dabei wird bei jeder Betätigung des Stufenschalters der Laststrom gemessen. Mit Hilfe der korrespondierenden, vorab gespeicherten Nenn-Stufenspannung für die laufende Schaltung und der Information darüber, ob in Richtung „höher“ oder „tiefer“ geschaltet wurde, werden jeweils die Schaltströme der abschaltenden Kontakte berechnet, daraus die Abbrandraten ermittelt und daraus wiederum jeweils der Volumenabbrand kumuliert. Dieser kumulierte Wert wird mit einem vorab festgelegten Grenzwert verglichen; beim Erreichen dieses Grenzwertes werden Warnungen oder andere Meldungen generiert.



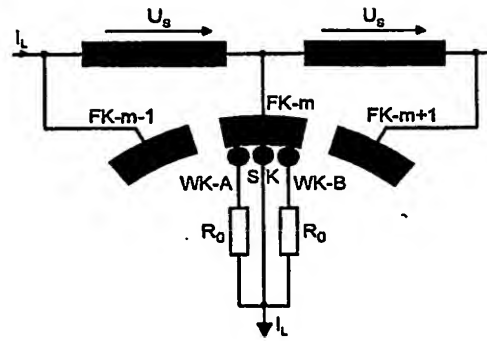
Figur 1
(496)



Figur 2

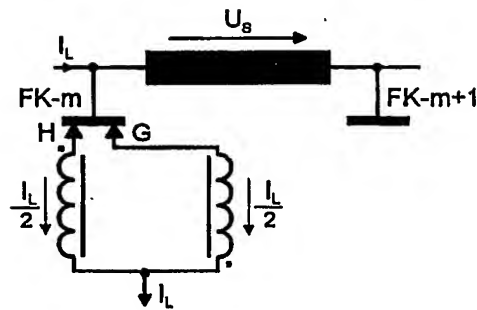


Figur 3



-Stand der Technik-

Figur 4



-Stand der Technik-

Figur 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.